

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

Cited document 2

(11)Publication number : 11-194161

(43)Date of publication of application : 21.07.1999

(51)Int.Cl.

G01R 33/09

G01R 33/02

H01F 10/08

H01L 43/08

(21)Application number : 10-268646

(71)Applicant : SIEMENS AG

(22)Date of filing : 22.09.1998

(72)Inventor : VAN DEN BERG HUGO DR

(30)Priority

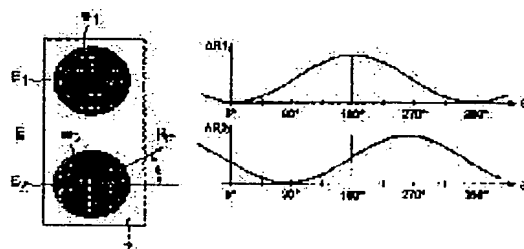
Priority number : 97 19742134 Priority date : 24.09.1997 Priority country : DE

(54) SENSOR FOR DETECTING ORIENTATION OF EXTERNAL FIELD THROUGH A RELUCTANCE SENSOR ELEMENT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a sensor for detecting the orientation of an external field using at least one sensor element having a multilayer system exhibiting significant reluctance effect GMR in which the sensor comprises at least one soft magnetic measuring layer, at least one relatively hard bias layer having a predetermined magnetizing direction and at least one nonmagnetic intermediate layer interposed between and detects the angle over 360° while eliminating the problem of quite low sensitivity.

SOLUTION: At least one sensor element E, E' includes at least two element parts E_j, E₁ to E₄, E_{1'} to E_{4'} and the multilayer system S is formed on a common substrate 2. The magnetizing direction m₁ to m₄ make an angle α which is not equal to 0° or 180° and the measurement signals ΔR_1 , ΔR_2 are evaluated commonly.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 19.03.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 05.02.2004

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection] 2004-09331

BEST AVAILABLE COPY

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection] 06.05.2004

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

*** NOTICES ***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS**[Claim(s)]**

[Claim 1] It is sensor equipment for at least one sensor component which has the multilayer system which presents a very large magneto-resistive effect (GMR) to detect the direction of an external magnetic field. The measurement layer of at least one soft magnetism, In sensor equipment including at least one comparatively hard bias layer which has the magnetization direction defined beforehand, and at least one nonmagnetic interlayer stationed among them At least one sensor component (E, E') is at least two component parts (it Ej(s)). Those multilayer systems (S) are constituted on a common substrate (2) including E1 thru/or E4, E1', or E4'. Sensor equipment for the magnetic-reluctance type sensor component characterized by inserting the include angle (alpha) is not equal to 0 degree or those magnetization directions (m1 thru/or m4) are not equal to 180 degrees, and evaluating those measurement signals (delta R1, delta R2) in common to detect the direction of an external magnetic field.

[Claim 2] Sensor equipment according to claim 1 characterized by being isolated mutually and connecting the sensor component part with common signal evaluation equipment.

[Claim 3] Sensor equipment according to claim 1 or 2 characterized by the include angle (alpha) sandwiched by the magnetization direction (m1 thru/or m4) of two sensor component parts of a sensor component being 20 degrees - 160 degrees or 200 degrees - 340 degrees.

[Claim 4] Sensor equipment according to claim 3 characterized by the include angle (alpha) sandwiched by the magnetization direction (m1 thru/or m4) being **10 degrees (n= 1, 2, 3, 5, 6 or 7) mostly (n.45 degrees) at least.

[Claim 5] Sensor equipment according to claim 4 characterized by the include angle (alpha) sandwiched by the magnetization direction (m1 thru/or m4) being about 90 degrees or 270 degrees at least.

[Claim 6] Claim 1 to which a sensor component part (Ej) is characterized by having the same lamination and the same configuration thru/or sensor equipment of one publication of five.

[Claim 7] claim 1 to which the measurement layer (7) and (or) bias layer of each sensor component part (Ej) are characterized by being formed from the layer packet which consists of two or more layers thru/or the sensor equipment of one publication of six.

[Claim 8] at least one conductor for leading the programmed current (Ie) for setting up the magnetization in at least one bias layer of a multilayer system fixed to each multilayer system (S) of a sensor component part (Ej) -- claim 1 characterized by matching the band (10a) thru/or the sensor equipment of one publication of seven.

[Claim 9] two or more conductors electrically connected to juxtaposition -- claim 1 characterized by a band (10a) forming strip conductor equipment (10 10') thru/or the sensor equipment of one publication of eight.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPJ are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.*** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention is sensor equipment for at least one sensor component which has the multilayer system which presents a very large magneto-resistive effect (GMR) to detect the direction of an external magnetic field, and relates to sensor equipment including at least one comparatively hard bias layer which has the magnetization direction beforehand determined as the measurement layer of at least one soft magnetism, and at least one nonmagnetic interlayer stationed among them. Such sensor equipment is indicated by the international patent/[94th] No. 17426 specification.

[0002]

[Description of the Prior Art] The magnitude of the field which pierces through an ingredient, and the relation between a direction and electric resistance are given in the layer which consists of ferromagnetic transition metals like nickel, Fe or Co(es), and those alloys. The effectiveness produced in such a layer is called "anisotropy magnetic reluctance (AMR)" or a "anisotropy magneto-resistive effect." the electron with which it has various spin and the spin polarity of D band physically --- ***** --- it is based on the scattering cross section. An electron is called a large number or a small number of electron. Generally for a suitable magnetic-reluctance type sensor, the film which consists of such a magnetic-reluctance nature ingredient that has magnetization is prepared in a layer flat surface. The resistance change in the case of rotation of the magnetization about the direction of the current drawn through a sensor may be several% of the isotropic (= ohmic) usual resistance in that case.

[0003] Furthermore, including many ferromagnetic layers arranged as a layered product, they are mutually separated by the metaled nonmagnetic interlayer, respectively, and the multilayer system of magnetic-reluctance nature with which those magnetization is preferably located in a layer flat surface, respectively is known. The thickness of each layer is chosen clearly smaller than the mean free path of conduction electron in that case. So-called "giant magneto-resistance" or "huge magnetic reluctance (GMR)" arises additionally to the now above-mentioned anisotropy magneto-resistive effect in such a multilayer system (see for example, the European Patent application ***** 0 483 No. 373 official report). a large number in the interface between the interlayers by whom such GMR effectiveness adjoins a ferromagnetic layer and it, and a small number of conduction electron --- ***** --- it is based on dispersion of strength, and the scattering effect in these layers. The GMR effectiveness is the effectiveness of the isotropy in that case. It may be a notably larger value than the effectiveness AMR of an anisotropy. Generally, the magneto-resistive effect which presents a notably larger value than the AMR monolayer component (setting to a room temperature) is called GMR effectiveness.

[0004] In the multilayer system which presents the GMR effectiveness that the 1st format is suitable, orientation of the adjoining magnetic layer is magnetically carried out without the external magnetic field to reverse juxtaposition based on cross coupling. This orientation may be converted into parallel orientation by the external magnetic field. Compared with it, the GMR multilayer system of the 2nd format has the so-called hard bias layer more magnetically than the softest magnetic possible measurement layer that exists. the measurement layer and (or) the bias layer may be permuted by many layers by which the laminating is carried out as a layered product, respectively. However, each layer will be left and, below, it will explain, respectively.

[0005] The measurement layer and the bias layer of each other are magnetically decombined by the nonmagnetic interlayer with such a multilayer system of the 2nd format. Without an external field, magnetization of both magnetic layers has sandwiched a certain include angle, for example, is reverse

juxtaposition. It is the magnetization M_m of the measurement layer of soft magnetism to the basis of the effect of the external field H_m (= the measurement field component in the layer flat surface of a measurement layer). ***ing in the direction of a field, orientation is carried out and the orientation of the bias layer of the magnetically harder one remains eternally in practice in another side. The include angle ϕ between the magnetization directions of both layers determines resistance of a multilayer system in that case. That is, in the case of orientation parallel conversely [resistance is small and] in the case of parallel orientation, resistance is strong. This is M_m . H_m It comes out as a result of the fact that the most important relation of a between is given. In being the easiest, it realizes a bottom type in that case.

[Equation 1] M_m and $H_m = M_m H_m$ (in that case, in the sentence, vector quantity is a Gothic alphabetic character in a horizontal enlarged character and a drawing, and scalar quantity is shown by the ordinary alphabetic character).

[0006] Magnetic-reluctance signal ΔR of such a GMR multilayer system is given by the following formula in that case.

[Equation 2] $\Delta R = \Delta R (1 - \cos \phi)$

[0007] ΔR from this formula] R is $\phi = \phi_0$. And $\phi = -\phi_0$ It is clear to receive and to take an equal value. However, it means that this may be uniquely detected only in those for the splay whose include angle ϕ is 180 degrees. Furthermore, external measurement field H_m When the include angle between the reference directions determined by magnetization of a bias layer is set to θ , include-angle sensibility $d\Delta R/d\theta = \Delta R \sin \theta$ is very low to $\theta = 0$ and $\theta = \pi$ (see the specification of the international patent indicated at the beginning).

[0008]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] The technical problem of this invention is constituting so that the problem sensibility's being too much low may be reduced, as 360-degree include-angle detection is enabled for the sensor equipment which has the description raised to the beginning.

[0009]

[Means for Solving the Problem] According to this invention, at least one sensor component is constituted on a substrate with those common multilayer systems including at least two component parts, and sandwiches the include angle is not equal to 0 degree or those magnetization directions are not equal to 180 degrees, and this technical problem is solved by evaluating those measurement signals in common.

[0010] This invention acquires the sensor partial signal which should be considered or evaluated by two sensor component parts constituted equally preferably in common two in that case, and is based on consideration of offering the possibility of the most important distinction between the range of 0 degree thru/or 180 degrees, 180 degrees, or 360 degrees with these sensor partial signals.

[0011] The advantageous embodiment of the sensor equipment by this invention is raised after claim 2.

[0012]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, a drawing explains this invention to a detail further. The same reference mark is given to the part which ***** in a drawing.

[0013] The sensor equipment by this invention contains at least one sensor component containing at least two sensor component parts currently formed by the thin film technology on the advantageously common substrate. The configuration of these component parts is well-known in itself (for example, a European Patent application ***** 0 483 No. 373 official report or the German patent application ***** refer to 42 32 244 No., 42 43 357 No., or the 42 43 No. 358 official report). According to drawing 1, each component part E_j contains typical multilayer-system S to the GMR component attached on the substrate 2. This multilayer system has advantageously the hard magnetism layer 3, the middle class 4 who is attached on it and acts as a binder course, and the layer 5 of the ferromagnetism by which the deposit was carried out on this middle class, or ferrimagnetism as the lowest layer. this layer 5 is making the bias layer which has the magnetization direction which is about 1 law at least in that layer flat surface in measuring range in that case. The layer 3 specially combined with antiferromagnetism thru/or 5 form the so-called bias layer packet P . Only the magnetic comparatively hard subsystem or the single bias layer which consists of a ferromagnetic layer and the antiferromagnetism layer which touches directly instead of may be prepared. [this packet] According to the example adopted, this layer packet is decombined in approximation magnetic at least through the nonmagnetic interlayer 6 as magnetic possible from the measurement layer 7 of **** field sensitivity. It is attached in order to lead the planned current on which the connection contact which is

not shown in a drawing flows through a component part to a measurement layer. This configuration of a layer system may be further covered with the protective layer. Measurement field Hm which should be detected about the direction at least (exterior) It is shown by the line with an arrow head.

[0014] Such a GMR sensor component part Ej Resistance is related to relative bearing of magnetization of the measurement layer 7 in comparison with the bias layer packet P in that case. In order that change of this resistance may determine the direction of the field given, it may be used in this way, for example a rotation location or in order to determine a location absolutely (the [international patent] also a No. 94/17426 specification reference). . This resistance change is magnitude ΔR_r of a magneto-resistive effect. It sets. that time -- magnitude ΔR_r : defined as follows -- [Equation 3]

$$\Delta R_r = [R(****) - R(****)] / R(****)$$

[0015] It is magneto-resistive effect ΔR_r because of that of the direction sensibility of a field of a GMR sensor component. The difference of resistance between the reverse parallel magnetization direction of a bias layer or the measurement layer about a suitable bias layer packet and the parallel magnetization direction is presented. The mutual sense of magnetization of a measurement layer and a bias layer in the above-mentioned formula is shown by the sense of an arrow head. Generally a magneto-resistive effect is the magnitude ΔR_r . It is called the GMR effectiveness when it is at least 2% (setting to a room temperature).

[0016] Sensor component part Ej which has a large magneto-resistive effect advantageously The layer-like configuration may be constituted as the so-called multilayer system. Such a system contains another layer or the layer packet together with the layer system explained previously, and it excels by having the layer repeated periodically [a single string] depending on the case (see for example, the German patent application ***** 42 43 No. 358 official report).

[0017] Two sensor component parts E1 which have the circle-like cross section in drawing 2 , respectively And E2 is shown. These sensor component parts form the sensor component E of the sensor equipment by this invention in common. Such sensor equipment may have many of such components that may be connected as a bridge in that case. It is systematically turned in the flat surface of the common substrate 2, and magnetization of the bias layer of each component part is m1. Or m2 It is shown. These magnetization directions appoint a reference direction to each sensor component part, are related with this reference direction, and are the directive external magnetic fields Hm. theta is measured whenever [azimuth / of the component located in the flat surface of a measurement layer]. Each component part E1 which belongs to one sensor component so that a drawing may show And E2 These datum lines or the suitable bias layer magnetization direction must sandwich mutually 0 degree or the include angle alpha which is not equal to 180 degrees by this invention. Generally to this include angle alpha, $\alpha = (n = 1, 2, 3, 5, 6, 7) (n \cdot 45 \text{ degrees})$ shall be realized in approximation at least, and the deflection of ± 10 degrees shall be contained in that case. It is especially advantageous in the include angle alpha used as the foundation of the example of drawing 2 being about 90 degrees at least. In this case, the resistance change ΔR_1 or ΔR_2 as shown in the diagram which receives and is matched with regards to theta whenever [azimuth] is obtained. Advantageously, uniquely, it is within the limits whenever [full width / of 0 degree - 360 degrees], and an include angle theta can be determined without loss of resolution so that it may be immediately recognized in the case of common consideration of these diagrams. Therefore, the evaluation equipment of a measurement signal which is not shown is used for a drawing. This evaluation equipment is the sensor component part E1. And E2 It connects with each and each.

[0018] Drawing 3 is the sensor component part Ej of the sensor component of the sensor equipment by this invention. It is a well-known example (the [German patent application public presentation] a 195 07 No. 303 official report reference) in itself receiving. It is shown. strip partial piece ea of a large number to which this component part has extended for a long time in the guidance direction of Current I from -- it changes. It is the die length La as which these five partial pieces were determined beforehand, respectively according to drawing 3 R> 3. And width of face Ba defined beforehand It is arranged so that it may have, and it may stand each other in a line in parallel and the mutual middle space of width of face w may be constituted. They are seen in the current guidance direction and connected just before or after the letter of meandering by the piece k of a contact bridge. These pieces of a contact bridge are the partial pieces ea. The piece k of a contact bridge is realized by suitable structuring by being made from common superficial lamination for example, by electronic lithography. In a drawing, it is the sensor component part Ej further. A nonmagnetic current connection band attaches a reference mark 9, and magnetization or reference direction of the bias layer of each

partial piece is a reference mark ma. It is given and shown.

[0019] On the other hand, the advantage of the example shown in drawing 3 is to be able to attain the impedance level of several k-ohm request. Isotropic magnetization behavior can be carried out according to the priority direction in which it was [in the measurement layer] conspicuous on the other hand with the configuration defined beforehand again. A strip gestalt has another advantage of the configuration shown in the ability to contribute to stabilization of the magnetization in a bias layer.

[0020] With the sensor component of the sensor equipment by this invention, the magnetization which has various orientation must be engraved at the place where it is narrow within the bias layer of each sensor component part, or a bias layer packet. advantageous -- therefore, the German patent application public presentation 195th -- 20 172 No. and the 195th -- the [20 178 No. or] -- magnetizing equipment which is indicated by the 195 20 No. 206 official report may be used. In these magnetizing equipment, in order to set up magnetization, the field by the current which passes along the strip conductor which is prolonged in each sensor component part bottom, and is matched with these is used. In that case, it may insulate directly, and a strip conductor may be attached on the multilayer system of that each time, you may connect with this, or it may be separated from this multilayer system, and may be placed on this. The possible example of a suitable strip conductor is shown in drawing 4 . Two equal sensor components E prolonged in parallel in that case and E' are four sensor component parts E1 connected almost simultaneously, respectively. Or E4 Or E'1 Or E'4 It leaves from having. In that case, each sensor component part ***** in the example by drawing 3 , and is constituted. Two sensor component parts connected almost simultaneously have the magnetization direction by drawing 2 R> 2 which intersects perpendicularly mutually, respectively. Sensor component part E1 of each [drawing] of a sensor component Or E4 Or E'1 Or E'4 Only wrap strip conductor equipment 10 or 10' can be seen in a multilayer system. Strip conductor equipment 10 or 10' has strip conductor 10a or 10a' prolonged in the partial piece (ea) bottom by which the sensor component part is matched within the limits of each sensor component part, respectively in that case. Parallel connection of strip conductor 10a and 10a' is carried out within the limits of the sensor component part. The programmed current which should be guided through strip conductor equipment since the setting field of each time is generated is Ie. It is shown.

[0021] For example, such a parallel circuit of each strip conductor obtained by cutting a slit to a large field may be advantageously prepared also to other sensor component parts or sensor components of a comparatively large area. That is, it may be guaranteed that coercion is exerted so that a current may flow in the direction of each strip conductor by that cause in the case of the crooked current guidance direction (see drawing 4) and it may not flow in the slanting direction to it. The magnetization direction may be determined correctly suitably in that case.

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-194161

(43) 公開日 平成11年(1999) 7月21日

(51) Int. Cl. ⁶

識別記号

F I

G01R 33/09

G01R 33/06

R

33/02

33/02

L

H01F 10/08

H01F 10/08

A

H01L 43/08

H01L 43/08

Z

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全6頁)

(21) 出願番号 特願平10-268646

(22) 出願日 平成10年(1998) 9月22日

(31) 優先権主張番号 1 9 7 4 2 1 3 4 . 2

(32) 優先日 1997年 9月24日

(33) 優先権主張国 ドイツ (D E)

(71) 出願人 390039413

シーメンス アクチエンゲゼルシャフト

SIEMENS AKTIENGESEL

LSCHAFT

ドイツ連邦共和国 D-80333 ミュンヘン

ヴィッテルスバッハープラッツ 2

(72) 発明者 フーゴ ファン デン ベルク

ドイツ連邦共和国 91074 ヘルツォーグ

ンアウラッハ ドクターダスラーシュト

ラーセ 4

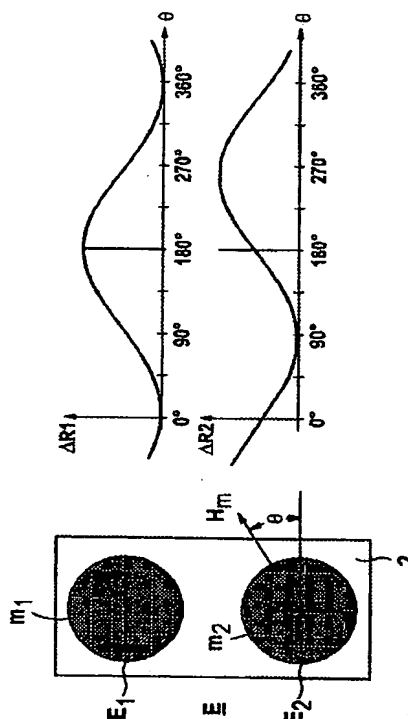
(74) 代理人 弁理士 山口 巖

(54) 【発明の名称】 磁気抵抗式センサ素子により外部磁界の方向を検出するためのセンサ装置

(57) 【要約】

【課題】 非常に大きい磁気抵抗効果 (GMR) を呈する多層システムを有する少なくとも1つのセンサ素子により外部磁界の方向を検出するためのセンサ装置であって、少なくとも1つの軟磁性の測定層と、予め定められた磁化方向を有する少なくとも1つの比較的硬いバイアス層と、それらの間に配置されている少なくとも1つの非磁性の中間層とを含んでいるセンサ装置を、360°の角度検出を可能とするように、また感度があまりに低いという問題を減らすように構成する。

【解決手段】 少なくとも1つのセンサ素子E、E'が少なくとも2つの素子部分E₁、E₂、ないしE₁、E₂、ないしE₁、E₂を含み、それらの多層システムSが共通の基板2の上に構成され、それらの磁化方向m₁、ないしm₂が0°に等しくない、または180°に等しくない角度αを挟み、それらの測定信号ΔR1、ΔR2が共通に評価される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 非常に大きい磁気抵抗効果（GMR）を呈する多層システムを有する少なくとも1つのセンサ素子により外部磁界の方向を検出するためのセンサ装置であって、少なくとも1つの軟磁性の測定層と、予め定められた磁化方向を有する少なくとも1つの比較的硬いバイアス層と、それらの間に配置されている少なくとも1つの非磁性の中間層とを含んでいるセンサ装置において、少なくとも1つのセンサ素子（ E_i 、 E_i' ）が少なくとも2つの素子部分（ E_{i1} 、 E_{i1} ないし E_{i2} 、 E_{i2} ないし E_{i3} 、 E_{i3} ）を含み、それらの多層システム（S）が共通の基板（2）の上に構成され、それらの磁化方向（ m_i ないし $m_{i'}$ ）が 0° に等しくない、または 180° に等しくない角度（ α ）を挟み、それらの測定信号（ ΔR_1 、 ΔR_2 ）が共通に評価されることを特徴とする磁気抵抗式センサ素子により外部磁界の方向を検出するためのセンサ装置。

【請求項2】 センサ素子部分が互いに隔離されて共通の信号評価装置と接続されていることを特徴とする請求項1記載のセンサ装置。

【請求項3】 センサ素子の2つのセンサ素子部分の磁化方向（ m_i ないし $m_{i'}$ ）により挟まれる角度（ α ）が $20^\circ \sim 160^\circ$ または $200^\circ \sim 340^\circ$ であることを特徴とする請求項1または2記載のセンサ装置。

【請求項4】 磁化方向（ m_i ないし $m_{i'}$ ）により挟まれる角度（ α ）が少なくともほぼ（ $n \cdot 45^\circ$ ） $\pm 10^\circ$ （ $n=1, 2, 3, 5, 6$ または7）であることを特徴とする請求項3記載のセンサ装置。

【請求項5】 磁化方向（ m_i ないし $m_{i'}$ ）により挟まれる角度（ α ）が少なくともほぼ 90° または 270° であることを特徴とする請求項4記載のセンサ装置。

【請求項6】 センサ素子部分（ E_i ）が同一の層構成および同一の形状を有することを特徴とする請求項1ないし5の1つに記載のセンサ装置。

【請求項7】 各センサ素子部分（ E_i ）の測定層

（7）および（または）バイアス層が複数の層から成る層バケットから形成されていることを特徴とする請求項1ないし6の1つに記載のセンサ装置。

【請求項8】 センサ素子部分（ E_i ）の各多層システム（S）に、多層システムの少なくとも1つのバイアス層のなかの磁化を固定的に設定するための設定電流（ I ）を導くための少なくとも1つの導体帯（10a）が対応付けられていることを特徴とする請求項1ないし7の1つに記載のセンサ装置。

【請求項9】 複数の電氣的に並列に接続されている導体帯（10a）がストリップ導体装置（10、10'）を形成することを特徴とする請求項1ないし8の1つに記載のセンサ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、非常に大きい磁気抵抗効果（GMR）を呈する多層システムを有する少なくとも1つのセンサ素子により外部磁界の方向を検出するためのセンサ装置であって、少なくとも1つの軟磁性の測定層と、予め定められた磁化方向を有する少なくとも1つの比較的硬いバイアス層と、それらの間に配置されている少なくとも1つの非磁性の中間層とを含んでいるセンサ装置に関する。このようなセンサ装置は国際特許第94/17426号明細書に記載されている。

【0002】

【従来の技術】Ni、FeまたはCoおよびそれらの合金のような強磁性の遷移金属から成る層のなかに、材料を貫く磁界の大きさおよび方向と電気抵抗との関係が与えられている。このような層において生ずる効果は“異方性磁気抵抗（AMR）”または“異方性磁気抵抗効果”と呼ばれる。それは物理的に種々のスピンおよびD帯のスピン極性を有する電子の相異なる散乱断面積に基づいている。電子は多数または少数電子と呼ばれる。相応の磁気抵抗式センサのために、一般に層平面に磁化を有するこのような磁気抵抗性材料から成る薄い層が設けられる。センサを経て導かれる電流の方向に関する磁化の回転の際の抵抗変化はその際に通常の等方性（＝オーム性）抵抗の数パーセントであり得る。

【0003】さらに、積層体として配置されている多くの強磁性の層を含み、それらがそれぞれ金属の非磁性の中間層により互いに隔てられ、それらの磁化がそれぞれ好ましくは層平面に位置している磁気抵抗性の多層システムは知られている。個々の層の厚みはその際に明らかに伝導電子の平均自由行程よりも小さく選ばれている。このような多層システムのなかにいま上記の異方性磁気抵抗効果に対して追加的にいわゆる“巨大磁気抵抗効果”または“巨大磁気抵抗（GMR）”が生ずる（たとえばヨーロッパ特許出願公開第0483373号公報を参照）。このようなGMR効果は、強磁性層とそれに隣接する中間層との間の境界面における多数および少数伝導電子の相異なる強さの散乱と、これらの層のなかの散乱効果とに基づいている。GMR効果はその際に等方性の効果である。それは異方性の効果AMRよりも顕著に大きい値であり得る。一般に、AMR単層素子よりも顕著に大きい値を（室温において）呈する磁気抵抗効果をGMR効果という。

【0004】第1の形式の相応の、GMR効果を呈する多層システムでは、隣接する磁性層は外部磁界なしに相互結合に基づいて磁氣的に逆並列に配向されている。この配向は外部磁界により並列な配向に転換され得る。それにくらべて第2の形式のGMR多層システムは、存在している磁氣的に可能なかぎり軟らかい測定層よりも磁氣的に硬いわゆるバイアス層を有する。測定層および（または）バイアス層はそれぞれ積層体として積層されている多くの層により置換されていてもよい。しかし、

以下ではそれぞれ個々の層から出発して説明することにする。

【0005】測定層およびバイアス層は第2の形式のこのような多層システムでは非磁性の中間層により互いに磁氣的に脱結合されている。外部の磁界なしでは両方の磁性層の磁化はなんらかの角度を挟んでおり、たとえば逆並列である。外部の磁界 $\mathbf{I}\cdot\mathbf{I}$ 。 (=測定層の層平面における測定磁界成分) の影響のもとに軟磁性の測定層の磁化 \mathbf{M} 。 が磁界の方向に相応して配向され、他方において磁氣的に硬いほうのバイアス層の配向は実際上不変にとどまる。その際に両方の層の磁化方向の間の角度 ϕ が多層システムの抵抗を決定する。すなわち、並列な配向の際には抵抗は小さく、また逆並列な配向の際には抵抗は大きい。このことは、 \mathbf{M} 。 と $\mathbf{I}\cdot\mathbf{I}$ 。 との間の一義的な関係が与えられているという事実の結果として出てくる。最も簡単な場合にはその際に下式が成り立つ。

【数1】 $\mathbf{M} \cdot \mathbf{I}\cdot\mathbf{I} = M \cdot H$ 。

(その際にベクトル量は文中では横括大文字、図面中ではゴシック文字で、またスカラー量は普通の文字により示されている)。

【0006】このようなGMR多層システムの磁気抵抗信号 ΔR はその場合に次の式により与えられている。

【数2】 $\Delta R = \Delta (1 - \cos \phi)$

【0007】この式から、 ΔR が $\phi = 0$ 。 および $\phi = \pi$ 。 に対して等しい値をとることは明らかである。しかし、このことは角度 ϕ が 180° の扇形部分のなかでのみ一義的に検出され得ることを意味する。さらに、外部の測定磁界 $\mathbf{I}\cdot\mathbf{I}$ 。 とバイアス層の磁化により決定される基準方向との間の角度を θ とすると、角度感度 $d\Delta R / d\theta = \Delta \sin \theta$ が $\theta = 0$ および $\theta = \pi$ に対して非常に低い (冒頭に記載した国際特許の明細書を参照)。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】本発明の課題は、冒頭にあげられた特徴を有するセンサ装置を、 360° の角度検出を可能とするように、また感度があまりに低いという問題を減らすように構成することである。

【0009】

【課題を解決するための手段】この課題は、本発明によれば、少なくとも1つのセンサ素子が少なくとも2つの素子部分を含み、それらの多層システムが共通の基板の上に構成され、それらの磁化方向が 0° に等しくない、または 180° に等しくない角度を挟み、それらの測定信号が共通に評価されることにより解決される。

【0010】本発明はその際に、2つの好ましくは等しく構成されたセンサ素子部分により2つの共通に考察または評価すべきセンサ部分信号を取得し、これらのセンサ部分信号により範囲 0° ないし 180° と 180° ないし 360° との間の一義的な区別の可能性を提供するという考察に基づいている。

【0011】本発明によるセンサ装置の有利な実施態様

は請求項2以降にあげられている。

【0012】

【発明の実施の形態】以下、図面により本発明を一層詳細に説明する。図面中で相応する部分には同一の参照符号が付されている。

【0013】本発明によるセンサ装置は、有利に共通の基板の上に薄膜技術で形成されている少なくとも2つのセンサ素子部分を含んでいる少なくとも1つのセンサ素子を含んでいる。これらの素子部分の構成はそれ自体は公知である (たとえばヨーロッパ特許出願公開第 0 483 373号公報またはドイツ特許出願公開第 42 32 244号、42 43 357号または 42 43 358号公報を参照)。図1によれば各素子部分 E_i は、基板2の上に取付けられた、GMR素子に対して典型的な多層システムSを含んでいる。この多層システムは有利に最下層として硬磁性層3と、その上に取付けられ結合層として作用する中間層4と、この中間層の上にデポジットされた強磁性またはフェリ磁性の層5とを有する。この層5はその際に測定範囲内では少なくともほぼ一定である磁化方向をその層平面内に有するバイアス層をなしている。特別に反強磁性に結合された層3ないし5はいわゆるバイアス層パケットPを形成する。このパケットの代わりに強磁性層および直接に接する反強磁性層から成る磁氣的に比較的硬いサブシステムまたは単一のバイアス層のみが設けられていてよい。採用されている実施例によれば、この層パケットは磁氣的に可能なかぎり軟い磁界感应性の測定層7から非磁性の中間層6を介して磁氣的に少なくとも近似的に脱結合されている。測定層には図面には示されていない接続コンタクトが素子部分を介して流れる予定された電流を導くために取付けられている。層システムのこの構成はさらに保護層により覆われていてよい。少なくともその方向に関して検出されるべき (外部の) 測定磁界 $\mathbf{I}\cdot\mathbf{I}$ 。 は矢印付きの線により示されている。

【0014】このようなGMRセンサ素子部分 E_i の抵抗はその場合にバイアス層パケットPにくらべての測定層7の磁化の相対的な方位に関係する。この抵抗の変化が、与えられている磁界の方向を決定するために、またこうしてたとえば回転位置または絶対位置を決定するために利用され得る (国際特許第94/17426号明細書も参照)。この抵抗変化は磁気抵抗効果の大きさ ΔR 。 を定める。その際に大きさ ΔR 。 は下記のように定義されている：

【数3】

$$\Delta R_i = \{ R(\uparrow\downarrow) - R(\uparrow\uparrow) \} / R(\uparrow\uparrow)$$

【0015】GMRセンサ素子の磁界方向感度のゆえに磁気抵抗効果 ΔR 。 はバイアス層または相応のバイアス層パケットに関する測定層の逆並列な磁化方向と並列な磁化方向との間の抵抗の相違を呈する。上記の式のなかで測定層およびバイアス層の磁化の互いの向きは矢印の向きにより示されている。一般に磁気抵抗効果は、その

大きさ ΔR 、が少なくとも2%（室温において）であるとき、GMR効果と呼ばれる。

【0016】有利に、大きい磁気抵抗効果を有するセンサ素子部分 E_i の層状の構成はいわゆる多層システムとして構成されていてもよい。このようなシステムは、先に説明された層システムとならんで別の層または層パケットを含んでおり、また場合によっては一連の周期的に繰り返す層を有することにより優れている（たとえばドイツ特許出願公開第42 43 358号公報を参照）。

【0017】図2にはそれぞれ円状の横断面を有する2つのセンサ素子部分 E_i および E_j が示されている。共通にこれらのセンサ素子部分は本発明によるセンサ装置のセンサ素子 E を形成する。このようなセンサ装置は、その際に、たとえばブリッジとして接続され得る多くのこのような素子を有し得る。各素子部分のバイアス層の磁化は統一的に共通の基板2の平面内に向けられ、 m_i または m_j により示されている。これらの磁化方向は各センサ素子部分に対して基準方向を定め、この基準方向に関して指向性の外部磁界 $I-I$ の測定層の平面内に位置している成分の方位角度 θ が測定される。図面からわかるように、1つのセンサ素子に属する各素子部分 E_i および E_j のこれらの基準線または相応のバイアス層磁化方向は互いに本発明により 0° または 180° に等しくない角度 α を挟んでいなければならない。一般にこの角度 α に対しては少なくとも近似的に $\alpha = (n \cdot 45^\circ)$ （ $n=1, 2, 3, 5, 6, 7$ ）が成り立っていなければならない。その際 $\pm 10^\circ$ の偏差が含まれているものとする。図2の実施例の基礎となっている角度 α が少なくともほぼ 90° であると特に有利である。この場合に対して方位角度 θ に関係して、対応付けられているダイアグラムに示されているような抵抗変化 ΔR_1 または ΔR_2 が得られる。これらのダイアグラムの共通の考察の際に直ちに認識されるように、有利に角度 θ を分解能の損失なしに一義的に $0^\circ \sim 360^\circ$ の全角度範囲内で決定することができる。そのために、図面には示されていない測定信号の評価装置が用いられる。この評価装置はセンサ素子部分 E_i および E_j の各々と個々に接続されている。

【0018】図3は本発明によるセンサ装置のセンサ素子のセンサ素子部分 E_i に対するそれ自体は公知の実施例（ドイツ特許出願公開第195 07 303号公報を参照）を示す。この素子部分は電流 I の案内方向に長く延びている多数のストリップ状の部分片 e_i から成っている。図3によれば5つのこれらの部分片はそれぞれ予め定められた長さ L 、および予め定められた幅 B 、を有し、また平行に並び合って幅 w の相互中間空間を構成するように配置されている。それらは電流案内方向に見て蛇行状に接触橋絡片 k により相前後して接続されている。これらの接触橋絡片は、部分片 e_i も接触橋絡片 k も相応の構造化により、たとえば電子リソグラフィにより共通の平

面的な層構成から作り出されることにより実現されている。図面にはさらにセンサ素子部分 E_i の非磁性の電流接続帯が参照符号9を付して、また個々の部分片のバイアス層の磁化または基準方向が参照符号 m_i を付して示されている。

【0019】図3に示されている実施例の利点は一方では、数 $k\Omega$ の所望のインピーダンスレベルが達成可能であることにある。他方では、予め定められた形状により、また測定層内の際立った優先方向により等方性の磁化挙動をし得る。示されている形状の別の利点は、ストリップ形態がバイアス層内の磁化の安定化に寄与し得ることにある。

【0020】本発明によるセンサ装置のセンサ素子では個々のセンサ素子部分のバイアス層またはバイアス層パケット内で狭いところに種々の配向を有する磁化が刻み込まなければならない。有利にそのために、ドイツ特許出願公開第195 20 172号、第195 20 178号または第195 20 206号公報に記載されているような磁化装置が用いられ得る。これらの磁化装置では、磁化を設定するために、個々のセンサ素子部分の上側を延びてこれらに対応付けられているストリップ導体を通る電流による磁界が利用される。その際にストリップ導体は直接にもしくは絶縁されてそのつどの多層システムの上に取付けられ、またこれと接続されていてよく、またはこの多層システムから隔てられてこれの上に置かれてよい。相応のストリップ導体の可能な実施例は図4に示されている。その際に、平行に延びている2つの等しいセンサ素子 E および E' がそれぞれ4つの相前後して接続されているセンサ素子部分 E_i 、ないし E_j 、または E'_i 、ないし E'_j 、を有することから出発される。各センサ素子部分はその際に図3による実施例に相応して構成されている。それぞれ2つの相前後して接続されているセンサ素子部分は図2による互いに直交する磁化方向を有する。図面にはセンサ素子の個々のセンサ素子部分 E_i 、ないし E_j 、または E'_i 、ないし E'_j 、の多層システムを覆うストリップ導体装置10または10'のみが見える。ストリップ導体装置10または10'はその際に個々のセンサ素子部分の範囲内に、それぞれセンサ素子部分の対応付けられている部分片（ e_i ）の上側を延びているストリップ導体10aまたは10a'を有する。センサ素子部分の範囲内でストリップ導体10aおよび10a'は並列接続されている。そのつどの設定磁界を発生するためにストリップ導体装置を介して案内すべき設定電流は I_i で示されている。

【0021】たとえば大きい面にスリットを切ることにより得られる個々のストリップ導体のこのような並列回路は比較的大きい面積の他のセンサ素子部分またはセンサ素子に対しても有利に設けられ得る。すなわちそれにより、屈曲した電流案内方向（図4を参照）の際に電流が個々のストリップ導体の方向に流れ、それに対して斜

めな方向に流れないように強制されることが保証され得る。磁化方向はその場合に相応に正確に決定され得る。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明によるセンサ装置の個々のセンサ素子部分の断面図。

【図 2】相補性の測定範囲を有する 2 つのセンサ素子部分の平面図およびそれらの付属の測定信号曲線図。

【図 3】センサ素子部分の特別な実施例の平面図。

【図 4】図 3 によるセンサ素子部分を磁化するための導体形状を示す平面図。

【符号の説明】

E_j 、 $E_i \sim E_i$ 、 $E_i' \sim E_i'$ センサ素子部分

S 多層システム

P バイアス層バケット

H_m 測定磁界

θ 方位角度

α 基準線間の角度

$\Delta R 1$ 、 $\Delta R 2$ 測定信号

m_1 、 m_1 、 m_1 磁化

I 電流

e. 部分片

L. 部分片の長さ

B. 部分片の幅

w 中間空間の幅

k 接触橋絡片

E、E' センサ素子

1. 設定電流

10 2 基板

3 硬磁性層

4 結合層

5 バイアス層

6 脱結合層

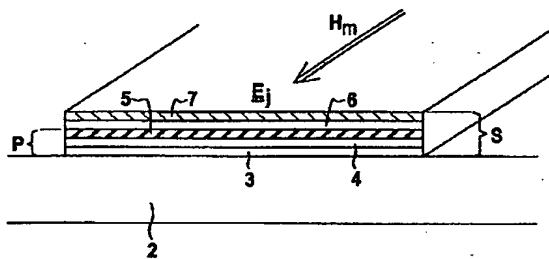
7 測定層

9 電流端子

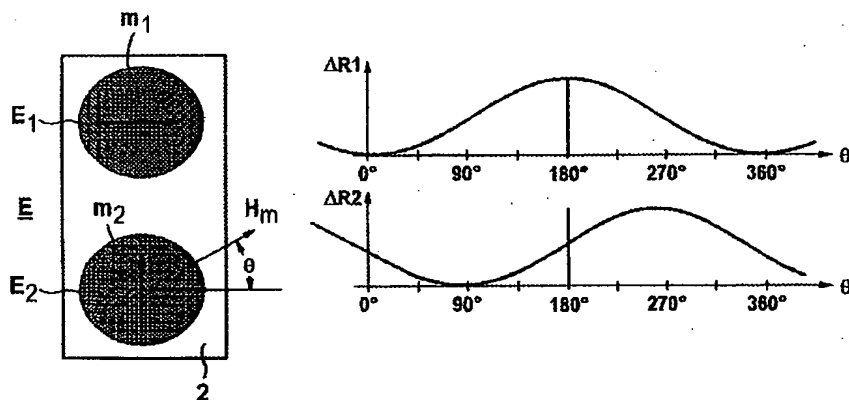
10 10' ストリップ導体装置

10 a、10 a' ストリップ導体

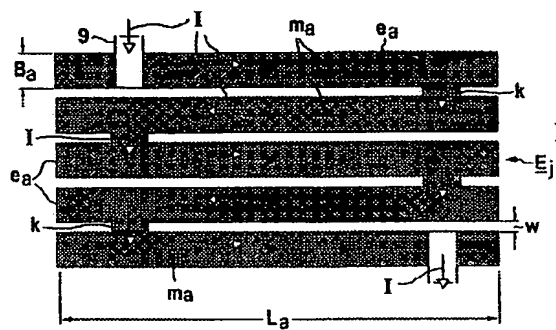
【図 1】



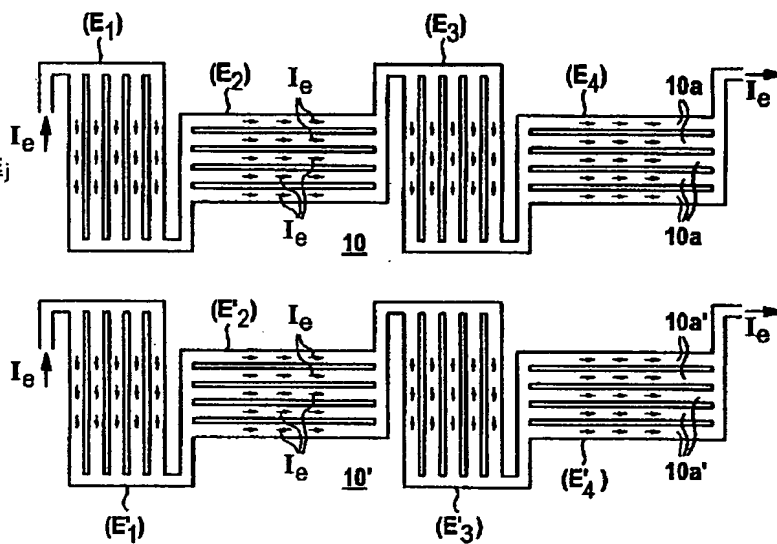
【図 2】



【図 3】



【図 4】



BEST AVAILABLE COPY